



# ENERGIE- AUDITS

Praktischer  
Leitfaden für mehr  
Energieeffizienz im  
Unternehmen



# LEAP4 SME

## ENERGY AUDIT POLICIES TO DRIVE ENERGY EFFICIENCY

Diese Broschüre wurde im Rahmen des LEAP4SME-Projekts entwickelt. Am Projekt sind neun nationale Energieagenturen beteiligt. Projektziel ist es, europäische Länder bei der Optimierung von Energieauditprogrammen für kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) zu unterstützen. In diesem Zusammenhang soll der Leitfaden KMUs helfen, Energieaudits durchzuführen und anschließend die dabei empfohlenen kosteneffizienten Energiesparmaßnahmen umzusetzen. Damit können sie sowohl energetische als auch nicht-energetische Vorteile erzielen.

Diese Broschüre gibt Tipps zur Abwicklung eines Energieaudits bzw. einer Energieberatung, sie kann für jedes Unternehmen herangezogen werden, auch für Klein- und Mittelunternehmen.



Dieses Projekt wurde von der Europäischen Union im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizont 2020 unter der Finanzhilfvereinbarung Nummer 893924 gefördert.

# INHALTSVERZEICHNIS

Kleine und mittlere Unternehmen im Zentrum der Energiewende	1
Was ist ein Energieaudit?	2
Wie funktioniert ein Energieaudit?	3
Schritt 1: Einleitender Kontakt	4
Schritt 2: Auftaktbesprechung	4
Schritt 3: Datenerfassung	5
Schritt 4: Außeneinsatz	5
Messplanung und Messgeräte	5
Analyse des bisherigen und aktuellen Energieverbrauchs	7
Ortsbegehung	8
Ermittlung der Energieverbraucher	8
Schritt 5: Analyse	28
Identifizierung und Priorisierung von Energiesparmaßnahmen	28
Finanzielle Bewertung der Energiesparmaßnahmen	29
Schritt 6: Bericht	30
Schritt 7: Abschlussbesprechung	30





# KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN IM ZENTRUM DER ENERGIEWENDE

**Dieses Handbuch über Energieaudits ist ein praktischer Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), um Energieaudits durchzuführen und daraus resultierende Maßnahmen umzusetzen. Sie werden energieeffizienter und sind damit nachhaltiger, ökonomischer und besser auf die Zukunft vorbereitet.**

In der Europäischen Union (EU) gibt es 25 Millionen KMUs, die 99 % aller Unternehmen ausmachen. Sie beschäftigen rund 100 Millionen Menschen, stellen so zwei von drei Arbeitsplätzen und erwirtschaften mehr als die Hälfte des europäischen Bruttoinlandsprodukts (BIP). Damit sind sie das Rückgrat der EU-Wirtschaft. Fast ein Viertel von ihnen ermöglicht bereits die Energiewende, indem sie bereits jetzt grüne Produkte oder Dienstleistungen anbieten.

Da die zunehmende Volatilität der Energiepreise und die damit verbundene Ungewissheit das Wachstum der KMUs behindern, kann eine höhere Energieeffizienz dazu beitragen, diese Risiken zu mindern und die Unternehmen für die Zukunft widerstandsfähiger zu machen.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen, um die Energieeffizienz in Unternehmen zu verbessern, sind **Energieaudits**.

# WAS IST EIN ENERGIEAUDIT?

Ein Energieaudit ist ein „systematisches Verfahren“ mit dem Ziel, ausreichend Kenntnisse über das bestehende Energieverbrauchsprofil eines Gebäudes oder einer Gruppe von Gebäuden, eines industriellen oder gewerblichen Betriebs oder einer Anlage beziehungsweise einer privaten oder öffentlichen Dienstleistung zu analysieren. Dabei werden kosteneffiziente Energieeinsparmöglichkeiten ermittelt und quantifiziert sowie die Ergebnisse in einem Bericht dargestellt.

Die Durchführung eines Energieaudits gewährleistet die Reduzierung des Energieverbrauchs, was niedrigere Energiekosten zur Folge hat. Es trägt auch zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks bei und verbessert die Gesamtenergieeffizienz des Unternehmens, indem es – regelmäßig umgesetzt – immer wieder neue Wege zur Energieeinsparung aufzeigt.

Energieaudits können also folgende erhebliche Vorteile mit sich bringen:

**Finanzielle Vorteile**, die zu einer Senkung der Betriebskosten und einer Steigerung des Gewinns einer Organisation beitragen (diese Vorteile müssen gegen die für die Durchführung der Energieeffizienzmaßnahmen notwendigen Kosten abgewogen werden). Außerdem wird ein Unternehmen effektiv „grüner“, was die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt erhöht.

**Betriebliche Vorteile**, die das Management eines Industriestandorts oder eines Gebäudes unterstützen sowie den Komfort, die Sicherheit und die Produktivität der Nutzer: innen verbessern.

**Vorteile für die Umwelt** durch die Verringerung von CO<sub>2</sub>- und anderen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen). Auf höherer Ebene können sie zur Verringerung des nationalen Energiebedarfs und zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen führen.



# WIE FUNKTIONIERT EIN ENERGIEAUDIT?

Die europäische Norm EN 16247-1 bildet den Rahmen für effiziente Energieaudits und stellt die dafür erforderlichen Informationen bereit.

**Ziel eines Energieaudits ist es, die Energieflüsse und das Potenzial für Verbesserungen der Energieeffizienz zu ermitteln. In einem nächsten Schritt wird den verschiedenen Maßnahmen durch Investitions- und Wirtschaftlichkeitsstudien ein monetärer Wert zugewiesen, sodass die Unternehmen schnell erkennen können, welche Investitionen sich im Laufe der Zeit rentieren.**

Der übliche Ablauf eines Energieaudits besteht aus den folgenden Schritten:



SCHRITT 1  
EINLEITENDER KONTAKT



SCHRITT 2  
AUFTAKTBESPRECHUNG



SCHRITT 3  
DATENERFASSUNG



SCHRITT 4  
AUSSENEINSATZ



SCHRITT 5  
ANALYSE



SCHRITT 6  
BERICHT



SCHRITT 7  
ABSCHLUSSBESPRECHUNG



## SCHRITT 1 - EINLEITENDER KONTAKT

Der Energieauditor oder die Energieauditorin legt den Rahmen für die Beratung mit dem Unternehmen fest. Insbesondere müssen die Ziele und Erwartungen an die Beratung sowie die Kriterien für die Messung der Energieeffizienz definiert werden.



## SCHRITT 2 - AUFTAKTBESPRECHUNG

Es werden die zu liefernden Daten, die Anforderungen an die Messungen und die Verfahren zur Installation der Messgeräte bestimmt. Auch sollten konkrete Vereinbarungen über die praktische Durchführung des Energieaudits getroffen werden. Dazu gehört, dass das Unternehmen eine Person benennt, die für die Unterstützung des Energieaudits verantwortlich ist.

Eine erste Analyse der vom Unternehmen zur Verfügung gestellten relevanten Daten hilft Auditor:innen, die Arbeit vor Ort effektiver zu gestalten, da sie auf potenzielle Bereiche für weitere Untersuchungen hinweisen kann. Zu diesen Bereichen gehören etwa Zeiträume, in denen der Energieverbrauch in die Höhe schießt, oder Prozesse, bei denen besondere Vorschriften zu beachten sind.

Das dient als Basis, um die erforderlichen Messungen zu identifizieren.





## SCHRITT 3 - DATENERFASSUNG

Die von Energieauditor:innen zu sammelnden Informationen und Daten sind zum Beispiel:

Stromrechnungen, Rechnungen für andere Energieträger, Zählerdaten des Energieversorgungsunternehmens (Strom- und Gaszählpunkte), Smart-Meter-Daten, Zugang zu Online-Rechnungsdaten. Die Energieabrechnungsdaten sollten mindestens ein Jahr umfassen, idealerweise aber die letzten drei Jahre oder einen vollständigen Betriebszyklus.

Energiemonitoring-Software und Datensätze, Gebäudepläne, Rohrleitungs- und Instrumentierungspläne/Fließschemen, Lagepläne, Anlagen- oder Ausrüstungslisten, Maschinenlisten, Prozessdiagramme und Aktivitätsmetrikdaten (zum Beispiel zu Hauptaktivitäten wie Produktionsleistung oder zu Belegungs- oder Wetterdaten)

Historische Informationen über die Energieleistung, zum Beispiel frühere Energieaudits. Daten über bereits bekannte Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz können in dieser Phase ebenfalls von Vorteil sein.



## SCHRITT 4 - AUSSENEINSATZ

Der Energieauditor beziehungsweise die Energieauditorin inspiziert das betreffende Unternehmen, um den Energieverbrauch zu bewerten und die Bereiche sowie Prozesse zu untersuchen, für die zusätzliche Daten erforderlich sind. Arbeitsabläufe und Nutzer:innenverhalten sowie deren Einfluss auf Energieverbrauch und Effizienz müssen bewertet werden. Dies ist die Grundlage für die ersten Verbesserungsempfehlungen. Die Messungen sollten unter realen Bedingungen durchgeführt werden und zuverlässig sein.

### MESSPLANUNG UND MESSGERÄTE

Während des Energieaudits werden tragbare oder stationäre Messgeräte zur Datenerfassung verwendet. Einige von ihnen sind in der Lage, ein elektrisches Ausgangssignal zu liefern, das es einem PC ermöglicht, Messungen zu überwachen und Daten zu sammeln.

Tabelle 1 zeigt die geeigneten Messgeräte für verschiedene Systeme, die im Rahmen eines Energieaudits geprüft werden können.

**Tabelle 1** Instrumententypen

<p><b>Elektrische Systeme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strommessgerät</li> <li>• Spannungsmesser</li> <li>• Watt-Zähler</li> <li>• Cos-Phi-Meter</li> <li>• Multi-Meter</li> <li>• Leistungsanalysator</li> </ul>	<p><b>Temperaturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Widerstandsthermometer-Detektoren (RTD; Resistance Temperature Detector)</li> <li>• Thermoelemente</li> <li>• Thermistoren</li> </ul>	<p><b>Druckluft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultraschall- Leckage-Suchgeräte</li> </ul> <p><b>Abgase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasanalysator</li> </ul>
<p><b>Durchfluss</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzdruckmesser (mit Lochblende, Venturi- oder Pitotrohr)</li> <li>• Interferenzmessgeräte (mit variablem Querschnitt, mit positiver Verschiebung, Wirbel- oder Vortexmessung)</li> <li>• Störungsfreie Zähler (über Ultraschall oder Magnetometer)</li> <li>• Massemesser (über Coriolis oder Drehimpuls)</li> </ul>	<p><b>Luftfeuchtigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockenkugel- und Feuchtkugel-Thermometer</li> <li>• Psychrometer</li> <li>• Lithium-Chlorid-Zelle</li> <li>• Feuchtemessgerät</li> <li>• Digitaler Feuchtigkeitsmesser</li> <li>• Thermo-Hydrografie</li> </ul>	<p><b>Andere notwendige Messungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messungen des Leuchtdichte-pegels</li> <li>• Messung der gesamten gelösten Feststoffe (TDS; Total Dissolved Solids) im Kesselwasser</li> <li>• Druckmessungen</li> <li>• Messungen zur Überwachung des Zustands der Kondensatableiter</li> </ul>



## ANALYSE DES BISHERIGEN UND AKTUELLEN ENERGIEVERBRAUCHS

Die Analyse der vom Unternehmen zur Verfügung gestellten Informationen, die Beobachtungen vor Ort und die Messergebnisse geben dem Auditor und der Auditorin einen tiefen Einblick in die Energienutzungsprofile am gesamten Standort. Sie hilft auch dabei, ein besseres Verständnis für die durchgeführten Prozesse und verwendeten Technologien zu entwickeln sowie spezifische Bereiche zu bestimmen, auf die sich das Audit konzentrieren soll.

Die Abrechnungsdaten und möglicherweise auch die Daten der Energiezähler sollen analysiert werden, um festzustellen, ob es Trends in den Verbrauchsmustern gibt und ob unnötige Kosten angefallen sind. Die historischen Zählerdaten, die auf Anfrage vom Energieversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt werden, können bei der umfassenden Analyse des organisatorischen Verbrauchs und der Trends hilfreich sein.

Die anhand der Rechnungen oder der Energieüberwachungssysteme ermittelten Energieverbrauchsprofile können mit statistischen Analyseverfahren wie der Regressionsanalyse weiter ausgewertet werden. Dies kann genutzt werden, um mehr über die Ursachen für Veränderungen im Energieverbrauch der Betriebsanlage zu erfahren.

## AUSSENEINSATZ (ORTSBEGEHUNG)

Zweck der Besichtigung vor Ort ist es, die Informationen zu sammeln, die für die Durchführung einer Energieanalyse erforderlich sind, einschließlich ausreichender Informationen für die Erstellung eines Energiemodells und einer Finanzanalyse.

Während der Begehung erfassen Energieauditor:innen die bestehenden Prozesse und machen Messungen, um danach die gesammelten Daten auszuwerten. Sie führen auch ein Gespräch mit den Führungskräften des Unternehmens, sodass mögliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert werden können.

## ERMITTLUNG DER ENERGIEVERBRAUCHER



Gebäude



Beleuchtung



Heizung und Heizkessel



Heizung, Lüftung und Klimatisierung (HLK)



Pumpen



Kältetechnik und Kühlung



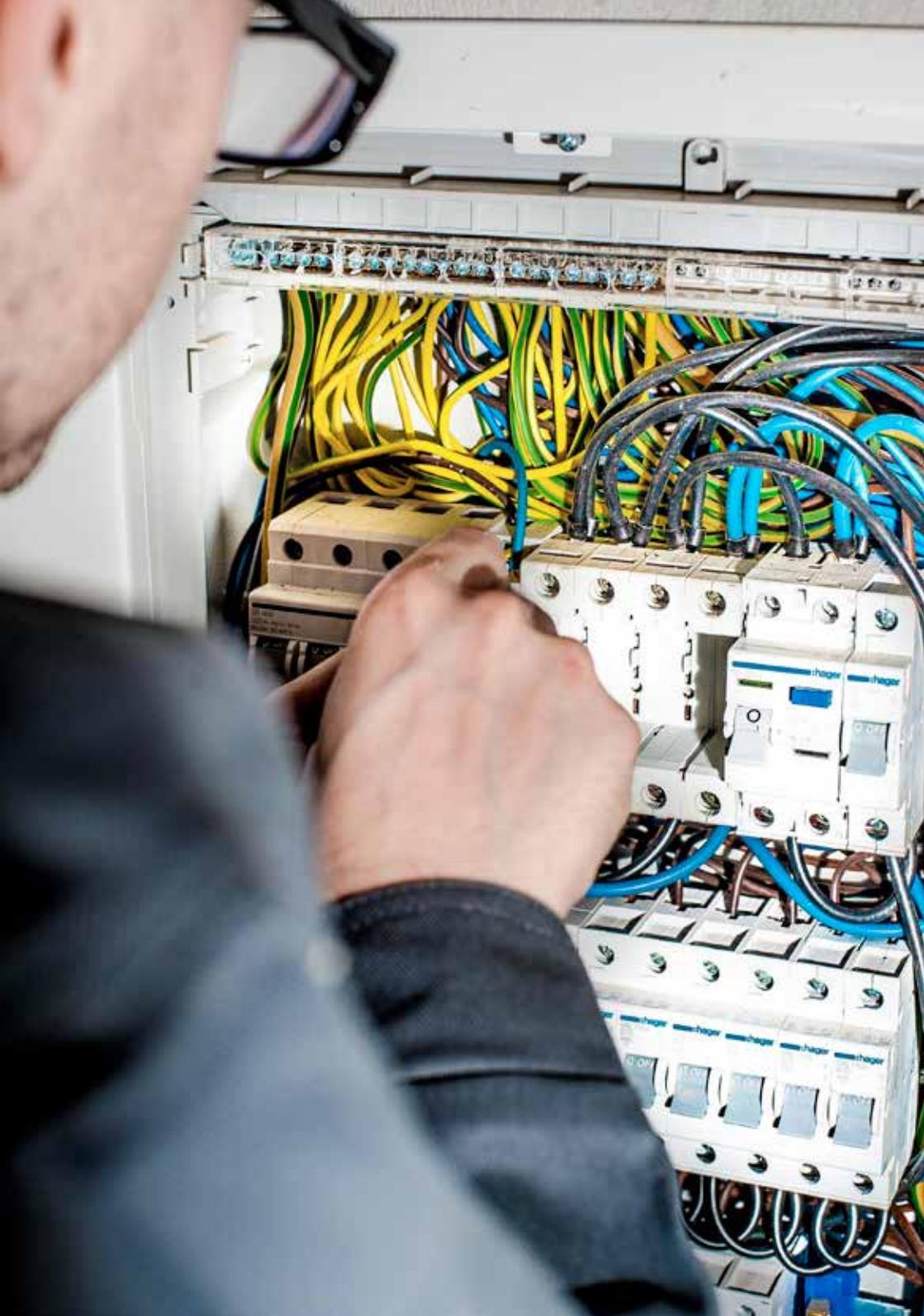
Industrielle Prozesse



Druckluft



Transport



## GEBÄUDE

Wohn- und Geschäftsgebäude verbrauchen eine große Menge an Energie. Verbesserungen der Energieeffizienz können die Energiekosten und die THG-Emissionen senken sowie die Qualität der Lebens- und Arbeitsbedingungen erhöhen.



### Was ist zu prüfen?

- Gebäudehülle auf unzureichende Dämmung, Wärmebrücken oder Bereiche mit höheren Temperaturen (Hotspots)
- Türen und Fenster, ob sie bei kaltem Wetter geöffnet bleiben
- Türen nach ihrer Größe und danach, ob sie in beheizten oder klimatisierten Räumen offen bleiben
- Fenster auf Undichtigkeiten und nach Art der Verglasung (Einfach- oder Doppelverglasung und so weiter)
- Gebäudeausrüstung wie HLK-, Belüftungs- und Beleuchtungssysteme
- Wenig genutzte Räume

### Typische Maßnahmen

- Abdichten von Undichtigkeiten am Gebäude und Ersetzen beschädigter Dämmung
- Einbau von Fensterbeschattung, Fensterfolien und/oder energieeffizienten Fenstern
- Korrektur der geförderten Wassermenge und Luft-Volumenströme
- Schließen von Türen und Fenstern
- Abschaltung von Aufzügen und Rolltreppen außerhalb der Stoßzeiten
- Natürliche oder mechanische Belüftung so weit möglich
- Identifizierung von Überhitzung/ Kühlung von Bereichen
- Temperaturabsenkung außerhalb der Arbeitszeit
- Installation von zusätzlichen Schaltern und Steuerungen
- Installation oder Verbesserung der Nutzung des Gebäudemanagementsystems
- Verwendung energieeffizienter Bürogeräte
- Installation von Anwesenheits- und Tageslichtsensoren

## BELEUCHTUNG

Die Beleuchtung macht einen beträchtlichen Teil des Energieverbrauchs in Gebäuden oder Einrichtungen aus. Darüber hinaus trägt die von der Beleuchtung erzeugte Wärme in der heißen Jahreszeit zur thermischen Belastung bei, die von den Kühlanlagen abgeführt werden muss.



### Was ist zu prüfen?

- Übermäßige Beleuchtungsstärke
- Eingeschaltete Beleuchtung entlang der Fensterflächen auch bei Tageslicht
- Dauerhaft eingeschaltete Beleuchtung außerhalb der Büroräume trotz (zeitweiser) Nichtverwendung
- Manuelle Steuerung der Beleuchtung
- Verwendung von Glühlampen
- Nicht genügend Schalter zur Beleuchtungssteuerung
- Verschmutzte Beleuchtung

### Typische Maßnahmen

- Unterbrechung der Stromzufuhr zu einigen Leuchten
- Ausschalten der Außenbeleuchtungen
- Installation von Zeitschaltuhren
- Installation von Anwesenheitssensoren
- Beseitigung unnötiger Beleuchtung
- Installieren weiterer Schalter
- Absenken des Beleuchtungsniveaus in Bereichen, in denen es zu hell ist
- Reinigung der Beleuchtung
- Reduzierung der Betriebsstunden der Beleuchtung
- Verwendung von Lichtlenkungssystemen
- Festlegung der richtigen Menge und Qualität des Lichts
- Steigerung der Effizienz von Leuchten

## HEIZUNG UND HEIZKESSEL

Ein weiterer wichtiger Kostenfaktor sind Heizungssysteme, wie Hochtemperaturflüssigkeiten (zum Beispiel Thermoöl), Dampf- und Heißwassersysteme sowie Systeme, die für die Raum- und Prozessheizung in Gebäuden verwendet werden.

Wichtig ist es, die Bereiche zu ermitteln, die ineffizient sind und daher Einsparpotenzial bieten. Ein Energieaudit umfasst die Analyse von Durchfluss, Druck, Temperatur und Brennstoffverbrauch des Heizsystems in den wesentlichen Bereichen.



### Was ist zu prüfen?

- Verbrennungsluftverhältnis
- Sauerstoffgehalt im Rauchgas
- Spezifischer Brennstoffverbrauch
- Abwärmenutzung
- Wärmedämmung von Heizkesseln/Öfen

### Typische Maßnahmen

- Auswahl der richtigen Gebläsestufe gemäß den Empfehlungen des Herstellers
- Platzierung des Gebläses in der Nähe des Ofens und des Kessels zur Vermeidung von Übertragungsverlusten
- Regelmäßige Wartung des Gebläselaufrads
- Regelmäßig geplante Wartung von Kesseln/Ofenanlagen (Messungen, Einstellungen, Reinigungen)
- Ersetzen alter Heizkessel durch neue mit höherem Wirkungsgrad
- Installation eines separaten Heizkessels für die Warmwasserbereitung
- Prüfung der Möglichkeit von Kraft-Wärme-Kopplungssystemen (KWK-Systeme) in Großanlagen

## HEIZUNG, LÜFTUNG UND KLIMATISIERUNG (HLK)

HLK-Systeme sorgen für die Aufrechterhaltung und Regelung von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, um ein angemessenes Raumklima für die Tätigkeit von Menschen oder die Verarbeitung von Waren zu schaffen.

Die Kosten für den Betrieb eines HLK-Systems können in gewerblichen Gebäuden und in einigen Industrieanlagen sehr hoch sein. Auditor:innen sollen die wichtigsten Teile dieser Systeme prüfen und gegebenenfalls Empfehlungen für Effizienzmaßnahmen geben.



### Was ist zu prüfen?

- Geräte, die über ihre wirtschaftliche Lebenserwartung hinaus betrieben werden
- Ineffiziente luftgekühlte Kältemaschinen
- Veraltete Steuersysteme
- Steuerung des Luftstroms durch Einlassleitschaukeln
- Keine Jalousien oder nicht geschlossene Jalousien
- Unterkühlte Stellen durch zu hohen Kaltwasserdurchsatz
- Mangel an individuellen Steuerungsmöglichkeiten
- Unzureichend gewartete Systeme
- Offene Türen oder Fenster bei eingeschalteter Klimaanlage
- Zu kalt im Sommer oder zu heiß im Winter
- Übermäßiger Druckabfall über die Filter
- Übermäßige Belüftung

### Typische Maßnahmen

- Vorgabe, dass die letzte Person vor Verlassen der Räume die Klimaanlage ausschaltet, oder Installation von Zeitschaltuhren und Anwesenheitssensoren
- Schließen von Türen und Fenstern
- Neueinstellung der Thermostate
- Reinigung von Filtern
- Deaktivierung der manuellen Steuerung
- Einstellen der Frischluftklappen
- Anbringen oder Schließen von Jalousien
- Installation zusätzlicher Ventile, falls erforderlich, und Ausbalancieren des Systems
- Installation einer Steuerung
- Verbesserung der Wartungsverfahren
- Ersetzen durch energieeffiziente Geräte

## PUMPEN

Die Hauptfunktion von Pumpen besteht darin, die Energie einer Antriebsmaschine (in der Regel Elektrizität) in kinetische Energie umzuwandeln.

Pumpen sind einer der größten Stromverbraucher. Energieaudits können wertvolle Informationen über den Betrieb von Pumpenanlagen in Gebäuden, in Industrieprozessen sowie in der Wasser- und Abwasseraufbereitung liefern.



### Was ist zu prüfen?

- Maximaler Förderstrom und erforderliche Förderhöhe sowie deren Dauer
- Häufigster Bedarf an Förderstrom und -höhe sowie seine Dauer
- Konstruktionspezifikation, Inbetriebnahmeblätter und Wartungsprotokolle
- Aktuelle Anforderungen im Vergleich zu dem, wofür die Pumpe ursprünglich ausgelegt war
- Wenn ein Umrichter eingebaut ist, ob eine Drehzahlanpassung bessere kWh/m<sup>3</sup> liefern könnte
- Ob Ventile gedrosselt sind
- Ob die Durchflussgeschwindigkeit der Flüssigkeit im typischen Bereich liegt
- Etwaige parallele Pumpen mit unterschiedlich eingestellten Werten und/oder realen Kennzahlen
- Anzeichen von Betriebsproblemen: Kavitation, Geräusche, Überhitzung der Flüssigkeit, undichte Rückschlagventile, Flüssigkeitsschläge, suboptimaler Pumpenbetrieb aufgrund mangelnder Reparaturen
- Überhitzte und/oder unsaubere Motoren

### Typische Maßnahmen

- Ersetzen alter Pumpen durch energieeffiziente
- Beim Betrieb mehrerer Pumpen: Koppelung des Betriebs, um eine Drosselung zu vermeiden
- Kontrolle der Ansaug- und Förderhöhe sowie Sicherstellung der ordnungsgemäßen Wartung
- Senkung des Wasserverbrauchs
- Verringerung von Lecks
- Senkung der Fördermenge und/oder der Förderhöhe des Pumpensystems so weit möglich
- Kürzere Betriebszeit des Systems für jeden Tag
- Ausschalten des Systems, wenn es nicht benötigt wird

## KÜHLUNG UND KÄLTETECHNIK

Die in einer Kälteanlage verbrauchte Energiemenge wird weitgehend durch die zu überwindende Gesamttemperaturdifferenz (Differenz zwischen Verflüssigungs- und Verdampfungstemperatur) und die Größe der zu kühlenden Last bestimmt. Diese sollen daher überprüft werden, um Effizienzpotenziale zu erkennen.



### Was ist zu prüfen?

- Möglichkeit zur Nutzung von „free cooling“
- Eignung der Kapazität der Anlage für die aktuelle Belastung
- Ob die Anlage einen großen Teil der Zeit im Teillastbetrieb arbeitet
- Ob die Temperaturdifferenz zwischen Verflüssigungs- und Kühlmedium entsprechend den Auslegungsbedingungen für die Anlage geeignet ist
- Ob die Sollwerte für die vorgesehene Anwendung unter allen Bedingungen ideal sind
- Nachweis von Wartungsproblemen und/oder Schwierigkeiten beim Erreichen von Temperaturen
- Isolationsniveau und -zustand einschließlich Feuchtigkeitseintritt
- Häufiges Takten der Anlage
- Hohe Druckverluste in Flüssigkeitskreisläufen
- Luftaustritt in kalte Räume aufgrund Nutzer:innenverhaltens oder fehlender Wartung
- Verschmutzung (oder Vereisung) von Verdampfern, Kondensatoren oder Wärmetauschern

### Typische Maßnahmen

- Verwendung von „free cooling“, wenn die erforderliche Prozess-temperatur höher ist als die Umgebungstemperatur
- Senkung der Verflüssigungs-temperatur bei niedrigeren Umgebungstemperaturen
- Minimierung von Nebenverbrauchern wie Umwälzpumpen, je nach Lastanforderungen
- Betrieb von mehr Verflüssigerlüftern, um die Verflüssigungstemperatur bei niedriger Last zu senken
- Maximierung der gekühlten Raumtemperaturen oder Medium- und Verdampfungstemperaturen
- Verringerung von Luftverlusten durch den Einsatz von Schnelllaufotoren, Luftschleiern, Streifenvorhängen und speziellen Personaltüren
- Optimierung der Abtauzyklen
- Optimierung der Zeitsteuerung für den Anlagenbetrieb
- Installation von drehzahlvariablen Antrieben (VSD; Variable Speed Drive)
- Aufteilung der Anlage zur Versorgung von Lasten mit unterschiedlichen Temperaturen
- Ersetzen von Geräten durch effizientere Optionen
- Einsatz einer Wärmepumpe für die Erwärmung von Brauchwasser bei gleichzeitiger Kälteerzeugung

## INDUSTRIELLE PROZESSE

Der Industriesektor verbraucht mehr Energie als jeder andere Endverbrauchssektor; auf ihn fällt mehr als die Hälfte der weltweit gelieferten Energie.

In diesem Sektor wird Energie für eine Vielzahl von industriellen Prozessen verwendet; daher gibt es viele Möglichkeiten für Einsparungen und Energieeffizienzsteigerungen.



### Was ist zu prüfen?

- Allgemeine Informationen über die Anlage
- Daten des Ofens
- Vorrichtungen, Förderbänder und so weiter
- Wärmeverluste an der Wandoberfläche
- Wasser- oder Luftkühlung (intern)
- Atmosphäre oder Zuluft
- Rauchgase
- Strahlungsverluste durch Öffnungen
- Stromverbrauch von Elektromotoren und anderen Geräten
- Andere Wärmeverluste
- Prozesssteuerung und Energiemanagement
- Prozessintegration und Prozessintensivierung
- Kältetechnik
- Wärmepumpen, Transformatoren, Verwendung energieeffizienter Riemen und anderer verbesserter Mechanismen (Organic-Rankine-Cycle-Anlagen)
- Hochtemperatur-KWK
- Verbrennungstechniken

### Typische Maßnahmen

- Installation der Rohrleitungs-dämmung
- Senkung des Solldrucks
- Kontrolle des Luftüberschusses bei Verbrennungsprozessen
- Einbau von Frequenzumrichtern für Motoren
- Ausschalten von nicht genutzten Geräten
- Rückgewinnung von Wärme aus Druckluftsystemen und/oder Abgasen (Rauchgasen)
- Optimierung des Leistungsfaktors für die Betriebsanlage

## DRUCKLUFT

Druckluft ist ein weiterer großer Energieverbraucher in der Industrie, wird aber aufgrund ihrer einfachen Handhabung oft unsachgemäß eingesetzt. Auch hier sind Energiesparmaßnahmen möglich.



### Was ist zu prüfen?

- Standort des Kompressors und Qualität der von den Kompressoren angesaugten Luft
- Sicherstellung einer staubfreien Luftansaugung
- Identifizierung von Leckagen
- Schmierung des Kompressors
- Druckverluste: unzureichende Rohrdimension, verstopfte Filterelemente, falsch dimensionierte Kupplungen und Schläuche

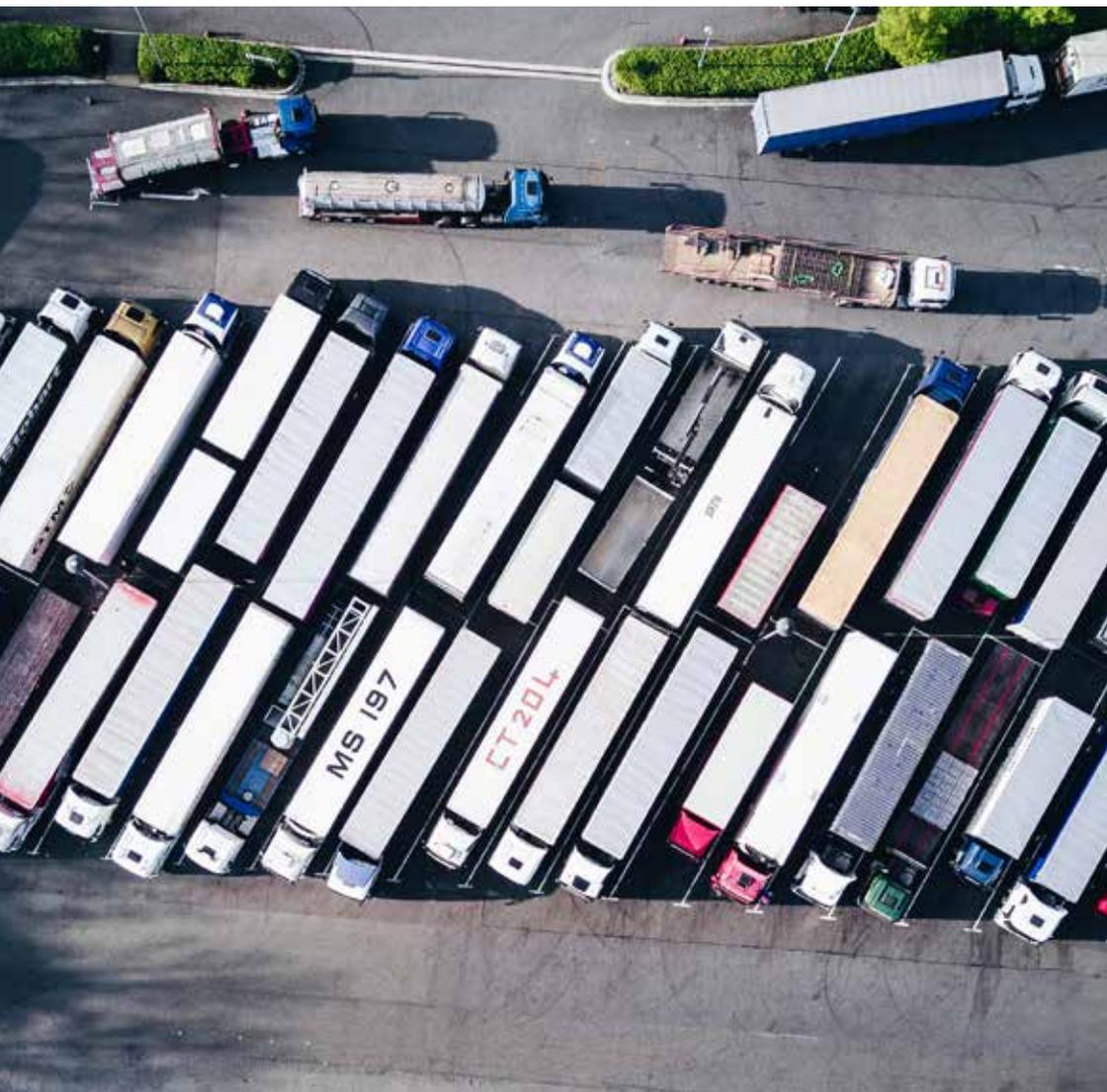
### Typische Maßnahmen

- Aufstellung des Kompressors: nicht in der Nähe von Wärmequellen und anderen Geräten, die Wärme abstrahlen; Sichern der Möglichkeit, kühle Luft anzusaugen
- Vermeidung jeglicher Feuchtigkeit in der Ansaugluft des Kompressors, da diese die Leistung des Kompressors negativ beeinflusst: Aufstellung des Kompressors nicht in der Nähe von Geräten, die der Atmosphäre Feuchtigkeit zuführen können, zum Beispiel Spülleitungen, Kühltürme, Trocknerabgase und so weiter
- Regelmäßige Reinigung der Ansaugluftfilter zur Minimierung des Druckabfalls
- Vermeidung von Leckagen und damit verbundenen Energieverlusten sowie regelmäßige Durchführung von Dichtheitsprüfungen
- Regelmäßige Wechsel von Öl und Ölfilter
- Minimierung des Druckabfalls in der Leitung zwischen dem Ort der Erzeugung und dem Ort des Verbrauchs
- Vermeidung des Betriebs von Kompressoren mit losen oder vibrierenden Riemen

## TRANSPORT

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors ist von großer Bedeutung, da er fast genauso hoch ist wie im Gebäudesektor.

Im Verkehrssektor ist es jedoch relativ einfach, durch Effizienzmaßnahmen erhebliche Energieeinsparungen zu erzielen.



### Was ist zu prüfen?

- Energieverbrauch oder Betriebsstunden jedes Fahrzeugs
- Anteil der jeweiligen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung
- Zusammensetzung des Fuhrparks und Daten zu Fahrzeugen (zum Beispiel zulässiges Höchstgewicht, Kraftstoffverbrauch, Kraftstoffart und bei Lkw zusätzlich die Größe und die europäische Klasse/ Euroklasse des Motors)
- Möglichkeit der Optimierung der Fahrtroutenplanung
- Instandhaltungsprogramme, Prüflisten für Inspektion und Abnahme und Instandhaltungsaufzeichnungen
- Schulung von Fahrer:innen sowie Schulungsprogramme für andere Mitarbeiter:innen oder Partner:innen zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Überwachung der Auswirkungen von Sparmaßnahmen
- Energiebezogene Leitlinien für die Fahrzeugbeschaffung
- Energie- und CO<sub>2</sub>-relevante Punkte bei der Vergabe von Transportleistungen
- Energieeffizientes Dienstreisemanagement
- Kraftstoffaustritt

### Typische Maßnahmen

- Verbesserung der Wartungsprogramme
- Energie- und CO<sub>2</sub>-relevante Beschaffungsvorgaben an Fahrzeuge
- Regelmäßige nachweisliche Lenker:innenschulungen
- Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und der Emissionen
- Verbrauchsmessungen/-schätzungen auf der Grundlage effizienter Indikatoren und Baselines
- Alternatives Dienstreisemanagement
- Alternatives Mitarbeiter:innenmobilitätsmanagement



## SCHRITT 5 - ANALYSE

### IDENTIFIZIERUNG UND PRIORISIERUNG VON ENERGIESPARMASSNAHMEN

Maßnahmen können in jeder Phase der Planung und Fertigstellung des Auditberichts identifiziert werden. Es ist jedoch sinnvoll, die wichtigsten Energieverbraucher der Kund:innen so früh wie möglich im Prozess zu erfassen. Dies trägt dazu bei, dass sich die empfohlenen Maßnahmen auf die Bereiche konzentrieren, die den größten Nutzen hinsichtlich Auswirkungen auf den Energieverbrauch, die Kohlenstoffemissionen und die Kosten haben. Wenn die wichtigsten Energieverbraucher ermittelt wurden, können auch die treibenden Kräfte für den Energieverbrauch bestimmt werden.

Bei der Erstellung eines Maßnahmenkatalogs ist es sinnvoll, die verschiedenen Arten von Potenziale zu betrachten. Diese können in verhaltensbezogene, organisatorische und technische Potenziale unterteilt werden.

Die im Rahmen des Audits angewandten Methoden zur Ermittlung von Energieeinsparmöglichkeiten können einige oder alle der folgenden Punkte umfassen:

- Überprüfung der Energieleistung
  - Im Vergleich zu Leistungsangaben des Herstellers
  - Im Vergleich zu Best-Practice-Daten
  - Im Vergleich zum theoretischen Minimum an benötigter Energie
  - Für Perioden mit schlechter Leistung gegenüber Perioden mit guter Leistung
  - Bei Teillast
- Überprüfung der Energieleistung und an Wochenenden oder in Zeiten geringer Produktion
- Überprüfung von Methoden zur Reduktion der Last
- Überprüfung des Verhaltens der Steuerung
- Überprüfung von Rückmeldungen/ Eingaben des Wartungs- und Betriebspersonals
- Überprüfung des Energieverbrauchs in ruhigen Zeiten, zum Beispiel wenn das Gebäude geschlossen ist, nachts
- Überprüfung der durch Analyse der Rechnungen ermittelten Energieeinsparmöglichkeiten

Alle ermittelten Maßnahmen sollten in den Katalog aufgenommen werden, zusammen mit allen Quellen und Annahmen für die Berechnung der Einsparungen und der Kosten für die Umsetzung.

Die Energieeinsparmaßnahmen sollten in zwei Prioritätskategorien unterteilt werden: technisch machbare Empfehlungen und finanziell machbare Empfehlungen. Eine solche Priorisierung kann anhand der im Vorfeld definierten Hauptgründe für die Durchführung des Audits erfolgen: zum Beispiel Erzielung der größtmöglichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen, der größten Primärenergieeinsparungen in kWh, der kürzesten Amortisationszeit, des höchsten Kapitalwerts (NPV; Net Present Value) oder des höchsten internen Zinsfußes (IRR; Internal Rate of Return).

Typischerweise sind die wichtigsten Überlegungen folgende:

- Umfang der Einsparungen
- Kosten der Maßnahmen
- Schwierigkeitsgrad der Umsetzung
- Wechselwirkung der Maßnahmen und ihr Einfluss auf die Energieeinsparung

## FINANZIELLE BEWERTUNG DER ENERGIESPARGMASSNAHMEN

Die finanzielle Analyse von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ist ein essenzieller Schritt im Prüfungsprozess. Der Umfang der Finanzanalyse hängt von der Art der Maßnahmen, dem Umfang der Investition und dem mit den verschiedenen Maßnahmen verbundenen Risiko ab.

In dieser Phase kann eine Reihe von Finanzanalyseinstrumenten eingesetzt werden, zum Beispiel einfache Amortisation, Kapitalwert, interner Zinsfuß und Lebenszykluskostenanalyse.

Für viele dieser Tools sind Softwareanwendungen online verfügbar, was bei der Erstellung von Prognosen für die geplante Maßnahme Zeit sparen kann.





## SCHRITT 6 - BERICHT

Der genaue Inhalt des Berichts der Energieauditor:innen spiegelt den Umfang, das Ziel und die Detailtiefe des Energieaudits wider.

Der Bericht über das Energieaudit sollte jedenfalls Folgendes enthalten:

- a. Zusammenfassung inklusive der Auflistung der Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und des vorgeschlagenen Umsetzungsprogramms
- b. Hintergrund des Auditprozesses (allgemeine Informationen über das geprüfte Unternehmen, angewandte Methodik, Kontext und so weiter)
- c. Beschreibung des Energieauditprozesses
- d. Detaillierte Beschreibung der Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz
- e. Qualifizierte Rentabilitätsanalyse
- f. Schlussfolgerungen



## SCHRITT 7 - ABSCHLUSSBESPRECHUNG

Beim Abschlussbesprechung wird das Ergebnis des Auditprozesses den Kund:innen vorgestellt. Die Energieauditor:innen müssen bei diesem Termin:

- den Energieauditbericht übergeben,
- die Ergebnisse und Schlussfolgerungen in einer Weise präsentieren, sodass sie vom Management des auditierten Unternehmens verstanden und anerkannt werden, und
- alle möglichen relevanten Schritte nach dem Audit erklären (zum Beispiel Durchführung von Korrekturmaßnahmen, Bearbeitung von Auditbeschwerden oder Ablauf des Beschwerdeverfahrens).

A hand holding a glowing lightbulb against a blue background. The lightbulb is the central focus, with its filament visible and glowing. The hand is positioned at the bottom, holding the base of the bulb. The background is a solid blue color with a subtle gradient.

# HABEN SIE FRAGEN?

Weitere Informationen über  
Energieeffizienz und Energieaudits  
finden Sie unter

**[leap4sme.eu](http://leap4sme.eu)**



# DIESE BROSCHÜRE WURDE VOM PROJEKT TEAM VON LEAP4SME ERSTELLT:

## Projektpartner:



Agência para a Energia



REVOLVE



Die Broschüre wurde von REVOLVE gestaltet